

Estudo de Caso com Estudante com Espinha Bífida e o Uso do Sistema Tutorial Inteligente

Case Study About a Student With Spina Bifida and the Use of Intelligent Tutorial System

Resumo: Este trabalho é um recorte da pesquisa conjunta entre o Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECEM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul e o grupo de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna (ULL), Tenerife, Espanha, fruto do convênio de colaboração científica entre essas universidades. Neste artigo apresentam-se os resultados de um estudo de caso sobre a construção dos conceitos lógico-matemáticos nas séries iniciais do Ensino Fundamental, em um aluno com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari. Foram desenvolvidas sessões de estudos, com o *software* Sistema Tutorial Inteligente (ITS), com os conceitos de quantificação, classificação, seriação e correspondência termo a termo. Os dados foram analisados através de uma abordagem qualitativa, de cunho descritivo, exploratório e analítico.

Palavras-chave: Espinha Bífida. Conceitos lógico-matemáticos. Sistema Tutorial Inteligente. Inclusão.

Abstract: This paper presents part of a joint research between The Curricular Study Group in Mathematics Education (GECEM), from the Lutheran University of Brazil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul, and the Educational Technologies Group from the La Laguna University (ULL), Tenerife, Spain, which is the outcome of a scientific collaboration agreement between these universities. This article shows the results of a study case about the construction of logical-mathematical concepts in the early grades of elementary school of a child with Spina Bifida and Arnold Chiari Syndrome. Study sessions were developed with the *software* Intelligent Tutorial System (ITS) based on fuzzy and multiagent methodologies with the following concepts: quantification, classification, seriation and term by term correspondence. The data were analyzed through a qualitative approach, of descriptive, exploratory and analytic nature.

Keywords: Spina Bifida, Logical-mathematical concepts, Intelligent Tutorial System, Inclusion.

Tania Elisa Seibert

Universidade Luterana do Brasil

Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Universidade Luterana do Brasil

Lorenzo Moreno Ruiz

Universidad de La Laguna

Vanessa Muñoz Cruz

Universidad de La Laguna

1 Introdução

A educação está sendo marcada, atualmente, por um novo paradigma o da inclusão de alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), em escolas regulares. Segundo Guijarro (2005) a inclusão tem se constituído num movimento fundamental para tornar efetivos os direitos das pessoas com deficiência, a fim de educarem-se em um contexto que assegure uma integração na sociedade. Para Coll (2004) um aluno com NEE é aquele que apresenta algum

problema de aprendizagem ao longo da sua escolarização, que exige uma atenção mais específica e maiores recursos educacionais do que os necessários para os colegas de sua idade.

O presente trabalho apresenta os resultados da investigação realizada com um aluno com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, que cursa a 5ª série do Ensino Fundamental, utilizando o *software* Sistema Tutorial Inteligente (ITS), objetivando detectar as dificuldades na aprendizagem dos conhecimentos lógico-matemáticos, operações de adição e subtração com números com um dígito e resolução de problemas. A origem dessa proposta faz parte dos resultados do trabalho conjunto realizado como consequência do convênio de colaboração científica entre a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil, com o Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECM) e a Universidade de La Laguna (ULL), Tenerife, Espanha, com o grupo de Tecnologias Educativas.

A importância desse estudo se justifica pela necessidade urgente de apresentar subsídios, aos professores de Matemática, para a elaboração de recursos pedagógicos que objetivam a superação das dificuldades de aprendizagem em Matemática, auxiliando-os na inclusão de alunos com NEE, nas salas de aula.

Uma importante transformação na abordagem educacional com alunos com NEE se dá em 1994, através da Declaração de Salamanca. A partir desse encontro as mudanças mais significativas começam a ocorrer, pois o encontro entre 88 governos e 25 organizações internacionais em assembléia em Salamanca, Espanha, em junho de 1994, rea-

firmou o compromisso com a Educação para todos, através do documento *Regras Padrões Sobre Equalização de Oportunidades Para Pessoas com Deficiências*. O documento reconhece a necessidade e a urgência de providências na educação para crianças, jovens e adultos com NEE dentro do sistema regular de ensino, defendem a ideia de que as escolas regulares com orientação para educação inclusiva são as mais eficazes no combate às atitudes discriminatórias, propiciando condições para o desenvolvimento de comunidades integradas, base da construção da sociedade inclusiva e obtenção de uma real educação para todos.

A escola regular deve, portanto, adaptar-se a essa mudança. Os planejamentos devem favorecer ações centradas na criança, capazes de satisfazer as suas necessidades físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas, entre outras, podendo, dessa forma, impedir o desperdício de recursos e o enfraquecimento de esperanças, consequência de uma instrução de baixa qualidade e de uma mentalidade educacional baseada na ideia de que "um tamanho único serve para todos [...]" (UNESCO, 1994, p. 4). O documento assume que as diferenças humanas são normais e que, em consonância, a aprendizagem deve ser adaptada às necessidades individuais da criança.

O Governo Federal do Brasil, após a Declaração de Salamanca, lança na Lei de Diretrizes e Bases da Educação¹ (BRASIL, 1996), pela primeira vez, um capítulo dedicado às diretrizes e bases para a Educação Especial², apontando as mudanças que devem ser adotadas à educação de crianças, jovens e adul-

¹ Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.

² Capítulo V: Da Educação Especial, do Título V: Dos Níveis e das Modalidades de Educação e Ensino.

tos com NEE. Assume que a educação especial, para efeitos dessa Lei, passa a ser uma modalidade de educação escolar, que deve ser oferecida preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 1996, Art. 59).

Segundo Carvalho (2008) para que as escolas sejam de boa qualidade para todos, com todos e por toda vida, é necessário que os sistemas educacionais sofram transformações, apoiando-se na realidade e implementando ações de mudança, segundo as especificidades de cada sistema criando uma pauta de trabalho que priorize necessidades, tais como: promover e garantir articulações internas entre os gestores da educação; efetiva integração entre as diferentes políticas públicas que tem em comum questões educativas; rever os conceitos de ensino-aprendizagem, valorizando as contribuições da psicologia educativa, da psicanálise da educação e das neurociências da aprendizagem; garantir a acessibilidade de todos os alunos a qualquer escola, enfrentando as barreiras invisíveis, os estereótipos e os preconceitos.

2 Pressupostos Metodológicos

Essa investigação tem como tema a inclusão cognitiva em Matemática de um aluno com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari com NEE, objetivando investigar as dificuldades desse aluno nos conceitos lógico-matemáticos das séries iniciais do Ensino Fundamental, utilizando para isso o *software* Sistema Tutorial Inteligente (ITS).

A opção metodológica desse trabalho é pelo enfoque qualitativo, do tipo estudo de

caso, pois seus pressupostos básicos adaptam-se as finalidades da pesquisa, que foi de cunho descritivo, analítico e exploratório (YIN, 1984, GIL, 1996, SILVA TRIVIÑOS, 1987). Teve seu foco em um menino, de 11 anos, que frequenta a mesma escola há 7 anos e está, atualmente, na 5ª série do Ensino Fundamental, que conforme pareceres de avaliação da escola apresenta problemas de cognição, que são causados por ter nascido com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, que comprometem seu desenvolvimento físico e cognitivo.

Buscou-se nos 16 encontros de estudo semanais de 1 hora, de contato direto com a pesquisadora e o aluno, analisar as características do seu comportamento e as dificuldades de aprendizagem em Matemática.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa investigação são os apontados por Roesch (1999), como sendo de dois tipos: os primários e os secundários. Entrevistas com os pais, professores e médicos do aluno investigado, análise de documentos médicos e escolares, as filmagens, as produções do mesmo durante as sessões de estudo e as observações dos encontros presenciais entre a pesquisadora e o aluno, são considerados como sendo os dados primários do estudo de caso. Os dados secundários foram fornecidos pelos bancos de dados do ITS.

Com o objetivo de aprofundar a investigação em relação aos conceitos de classificação, seriação, correspondência termo a termo, quantificação numérica, cardinalidade, ordinalidade, operações de adição e subtração com números de um dígito e resolução de problemas, optou-se por aplicar um experimento com o *software* ITS.

2.1 O Aluno Investigado

O aluno investigado apresenta Espinha Bífida (defeito congênito), do tipo aberta, com protrusão cística³, de desordem lipomielomeningocele, que se caracteriza por uma massa de gordura, coberta por pele, que se estende para a medula. Possui bexiga neurogênica, com perda constante de urina, amputação do membro inferior direito, colostomia, entre outras más formações. Já foi submetida a 25 cirurgias, tendo ficado hospitalizada em torno 700 dias, em função de cirurgias e outras complicações de ordem infecciosas. Uma das cirurgias realizadas foi para corrigir um problema ocasionado pela Síndrome de Arnold Chiari, tipo II.

Cognitivamente apresenta problemas de fala, conseqüentemente de leitura e escrita, e dificuldades na aprendizagem dos conceitos matemáticos relativos à série que se encontra.

A Espinha Bífida é uma malformação congênita do Sistema Nervoso Central⁴ que se desenvolve no primeiro mês de gestação, no período da neurulação⁵, ocasionando um defeito no fechamento das estruturas que formarão o dorso do embrião e que pode afetar não somente as vértebras, mas também a medula espinhal, meninges e até mesmo o encéfalo. Esses defeitos são geralmente denominados defeitos do tubo neural. Essa malformação congênita atinge a 0,5% da população brasileira (AEBH, 2010).

A forma apresentada de Espinha Bífida, pelo aluno investigado, é do tipo aberta, de-

nominada de Espinha Bífida Cística, que se caracteriza pelo defeito de fusão das vértebras que afetam o Sistema Nervoso e suas membranas protetoras⁶. A malformação se estende à pele que se encontra distendida formando um cisto que contém líquido cefalorraquidiano em seu interior.

Estatísticas apontam que 35% das crianças com Espinha Bífida apresentam deficiência cognitiva, a maioria de grau leve, destacando dificuldades na percepção, atenção, concentração, motricidade, memória e para lidar com números (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2007). Dificuldades na escola são, portanto, frequentes e requerem atenção e orientação adequada.

Segundo Tabaquim (2007) o desenvolvimento motor anormal da criança acometida por essa deficiência proporciona a ausência de experimentação do meio, podendo dificultar as aquisições cognitivas próprias da idade.

A Síndrome de Arnold Chiari, do tipo II, é uma anomalia presente em alguns portadores de Espinha Bífida, principalmente do tipo mielomeningocele⁷, porque o saco herniano pode conter partes da medula espinhal, das membranas espinhais e do líquido cefalorraquidiano. Nessa malformação as estruturas que normalmente estariam contidas na porção mais inferior do crânio, encontram-se parcialmente acomodadas dentro da coluna cervical e podem interferir na circulação do líquido cefalorraquidiano. As anomalias da base do cérebro resultam em herniação de algumas estruturas cerebrais para dentro do canal vertebral. Caracteriza-se por protrusão

³ Cisto na medula.

⁴ Sistema formado pelo encéfalo e a medula espinhal.

⁵ São as modificações que ocorrem na fase inicial da embriogênese e que darão origem ao Sistema Nervoso Central: placa neural, tubo neural, encéfalo primitivo (DOMINGUES, 2005).

⁶ Meninges.

⁷ Protrusão de bolsa subcutânea contendo tecido nervoso central, ou seja, a medula espinhal lesada com raízes nervosas.

caudal do vérmis⁸ cerebelar e da porção inferior do tronco cerebral no canal espinhal. É comumente vista abaixo da segunda vértebra da coluna cervical (C₂) (MORO, 1999).

A malformação de Chiari pode provocar disfunção da medula espinhal com quadro clínico de disestesia⁹ de tronco e extremidade, paresia¹⁰ de membros superiores, com hipo/atrofia da musculatura das mãos, espasticidade¹¹ nos membros inferiores, perdas sensitivas dissociadas¹² no tronco e membros superiores. Ocasiona sensação anormal dos sentidos da sensibilidade nos braços, mãos, pernas, pés e dedos e dificuldade para focar a imagem ao ler, perda de memória, estados de confusão mental e desorientação (MORO, 1999, MARTINEZ, 2004).

3 Sistema Tutorial Inteligente (ITS)

A inclusão de crianças com NEE, nas salas de aula do ensino regular, traz a necessidade de reflexão sobre recursos didáticos que possibilitem colocar ao alcance de todos os alunos a Matemática que necessitam para ocupar seu lugar de cidadão na sociedade atual, com condições de equidade que tornem possível a interação no meio que os cercam, principalmente, o desenvolvimento lógico e a autonomia. Nesse sentido, o computador, ferramenta central das tecnologias de informação e comunicação, tem reconhecida capacidade de favorecer a integração educativa e social

dos alunos com NEE (BRINKLEY; WATSON, 1987, ELLIOT; HALL, 1997, ORTEGA TUDELA, 2003).

Segundo Frant (2001) os resultados das pesquisas que investigam a utilização da tecnologia como ferramenta, mostram o computador como mediador do conhecimento e auxiliar do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, pois amplia os recursos didáticos dos quais o professor pode dispor. Portanto, os *softwares* utilizados na educação devem, principalmente, levar em consideração a possibilidade de interação entre o usuário e a máquina, isto é, valorizar as características cognitivas de cada aluno, seus conhecimentos prévios, suas experiências pessoais e as dificuldades que esses apresentam.

A utilização de recursos informáticos, segundo Bruno *et al.* (2006), não deve ser um procedimento isolado do processo de ensino e aprendizagem, mas sim, um recurso didático que deve estar relacionado aos objetivos gerais, a sequência didática elaborada e aos demais recursos utilizados pelo professor nos seus planejamentos de aula.

O ITS foi desenvolvido, inicialmente, como ferramenta de reforço dos conceitos lógico-matemáticos e da operação de adição e subtração, para ser aplicado com crianças com Síndrome de Down, pelo grupo de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna (ULL). Foi traduzido para o português, pelo grupo GECEM, da ULBRA, para ser utilizado no Brasil em crianças com NEE e particularmente, nesse trabalho, em um aluno com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari.

Esse *software* é definido como um sistema capaz de mediar a aprendizagem e que, por incorporar técnicas de inteligência artificial,

⁸ Parte mediana, alongada e transversalmente sulcada do cerebelo.

⁹ Perturbação (aumento ou diminuição) da ação dos sentidos.

¹⁰ Paralisia incompleta de um nervo ou músculo, como consequência de uma lesão nervosa; paralisia ligeira ou temporária.

¹¹ Rigidez ou espasmos musculares. Aumento do tônus muscular, no momento da contração, causado por uma condição neurológica anormal.

¹² Dor/temperatura.

adapta-se as características de cada aluno, através de processo de ensino e aprendizagem individualizado. Além de adaptar-se as características de cada aluno, as atividades de aprendizagem dos números estão associadas a situações concretas e a resolução de problemas e se conectam diretamente com as que são trabalhadas em sala de aula com material concreto e lápis e papel. No *design* e na elaboração das atividades houve um cuidado especial com o vocabulário e as expressões linguísticas, devido aos problemas de linguagem que caracterizam as pessoas com NEE. As atividades têm diferentes formatos e os mesmos conceitos são apresentados de diferentes maneiras, para que os alunos não as resolvam de forma repetitiva e automática.

Para atingir a sua finalidade possui uma grande gama de atividades que permitem que cada aluno adquira as habilidades necessárias para a assimilação de um conceito. Destaca-se que o conjunto de atividades se diferencia de aluno para aluno, pois dependerá das características de cada um. O componente principal do ITS é um planejador instrucional encarregado de determinar qual atividade o aluno realizará em cada momento. O ITS decide e opta por certas atividades, introduz novos tópicos ou reforça objetivos já trabalhados, em função dos acertos ou erros dos alunos. Estas decisões são complexas e não há uma única decisão correta devido às mudanças que se produzem no estado inicial de aprendizagem do aluno (CRUZ, 2007).

O primeiro passo no desenho do planejador instrucional é especificar o objetivo da aprendizagem. Segundo as tendências educacionais a aprendizagem dos números deve estar associada a situações concretas e de

resolução de problemas, e de forma paralela, deve desenvolver alguns conceitos lógicos. Por isso o ITS é composto por duas fases. Uma que objetiva o conceito do número e outra os conceitos envolvidos nas operações de adição e subtração (CRUZ, 2007). Os conceitos são trabalhados em paralelo, em séries de seis atividades, distribuídas em dois graus de dificuldade, baixo ou alto na fase 1 e três graus na fase 2, baixo, médio ou alto, conforme Figura 1.

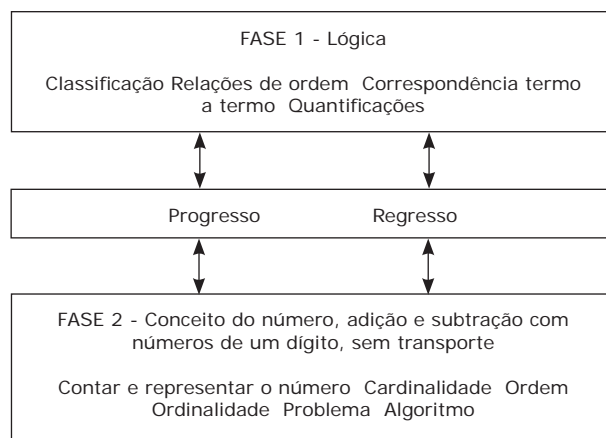


FIGURA 1 – Quadro de Descrição de Atividades do ITS por Fase

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

Outro item relevante de um *software* são os aspectos motivacionais. No ITS os alunos interagem com dois agentes pedagógicos, o Peddy e o Gênio (Figura 2), que apresentam as atividades que devem ser realizadas, utilizando gravações de voz.



FIGURA 2 – Agentes Pedagógicos: Peddy e Gênio

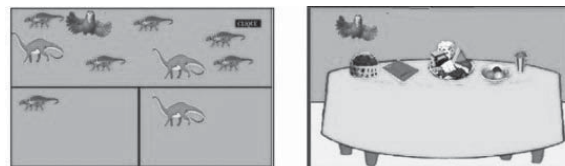
FONTE: elaborado pelos próprios autores.

Na inscrição de um novo usuário no ITS é necessário optar por uma das três classes existentes no programa: tipo 1, que são os alunos que não tem receio de errar; tipo 2, os alunos hiperativos; tipo 3, os alunos motivados e sem receio de errar. O fluxo do sistema depende dessas características para gerar as atividades Cruz (2007). É importante conhecer o aluno antes de optar por um desses tipos, pois foram modelados com mecanismo de inferência diferenciados, isto é, o conjunto de atividades propostas pelo programa, também difere em função dessa classificação.

Segundo Moreno *et al.* (2006) o ITS é um *software* não condutista baseado em um modelo educativo fundamentado nas teorias construtivista e de aprendizagem cooperativo/colaborativo. A seguir estão descritas e exemplificadas as atividades do ITS.

3.1 Atividades da Fase 1

As atividades de **classificação** têm por objetivo fazer com que o usuário perceba as qualidades dos objetos e distinga suas semelhanças e diferenças, agrupando-as ou separando-as de acordo com essas qualidades (Figura 3).



"Assinale os elementos que não pertencem ao conjunto"

"Coloque cada objeto no lugar que lhe corresponde, na parte inferior da tela".

FIGURA 3 – Atividades de Classificação

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **correspondência termo a termo** implicam em relacionar duas coleções com igual número de elementos, atendendo a uma determinada relação (Figura 4).



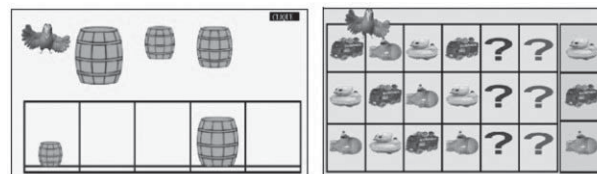
"Une cada objeto com o seu correspondente".

"Une cada objeto com o que é igual a ele".

FIGURA 4 – Atividades de Correspondência Termo a Termo

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

Realizar **seriações** significa ordenar ou seriar uma coleção de objetos segundo uma determinada relação (Figura 5).



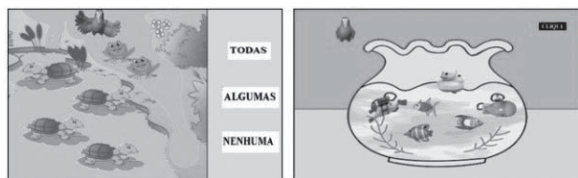
"Coloque os barris no lugar que lhes corresponde, ordenando-os do menor ao maior".

"Busque o elemento que segue em cada série. Marque primeiro a interrogação e depois o elemento".

FIGURA 5 – Atividades de Seriação

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **quantificação** fazem referência à aplicação de quantificadores básicos de uma coleção de objetos (todos, nenhum, alguns, nada, pouco), (Figura 6).



"Quantas tartarugas estão no lago?"

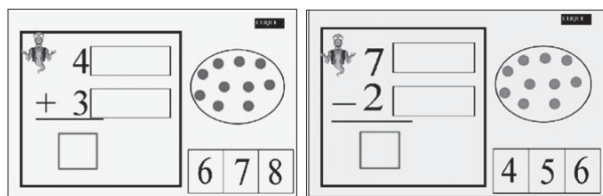
"Tire os brinquedos do aquário até não ter mais **nenhum** lá dentro".

FIGURA 6 – Atividades de Quantificação

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

3.2 Atividades da Fase 2

As atividades de **algoritmo** fazem referência às operações com números de um dígito, sem transporte. Contam com um recurso de arrastar objetos para efetuar a contagem. Estão divididas em dois tipos, operações de adição e operações de subtração, conforme exemplos da Figura 7.

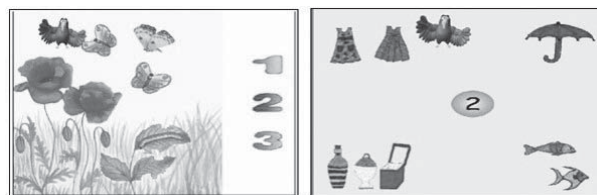


"Realize a seguinte operação".

FIGURA 7 – Atividades de Algoritmo

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **cardinalidade** fazem referência ao reconhecimento de quantidades e a identificação do seu símbolo, conforme Figura 8.



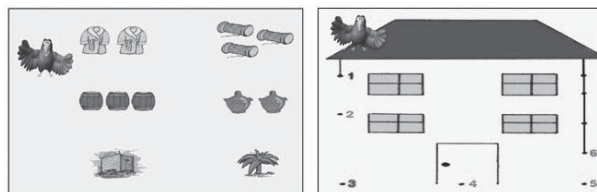
"Quantas borboletas têm na figura?"

"Pinte as coleções que tem tantos objetos quanto indica o número".

FIGURA 8 – Atividade de Cardinalidade

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **contagem** implicam em relacionar coleções comparando o número de objetos (igual, maior ou menor) e o reconhecimento da sequência numérica, conforme a Figura 9.



"Une as coleções que tem igual número de objetos".

"Une os números, conforme a série para ver a figura escondida".

FIGURA 9 – Atividades de Contagem

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **ordem** têm como objetivo identificar conjuntos que tem maior, menor ou igual número de elementos e ordená-los em ordem crescente ou decrescente, e os conceitos de sucessor e antecessor, conforme Figura 10.

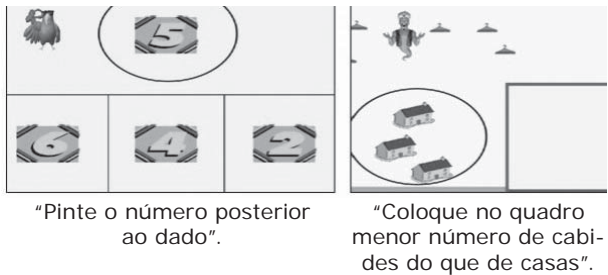


FIGURA 10 – Atividade de Ordem

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

As atividades de **ordinalidade** têm como objetivo trabalhar com o conceito do número ordinal, a notação e a identificação da posição dos elementos em filas ou em outras situações que necessitem desse conceito, conforme Figura 11.



FIGURA 11 – Atividades de Ordinalidade

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

A resolução de problemas tem como objetivo contextualizar situações de adição e subtração (figura 12), possibilitando que o aluno compreenda o significado destas operações,

já que o ITS possui movimento, isto é, na subtração os elementos *saem* da tela e na adição os elementos *entram* na tela. Alguns problemas estão acompanhados do seu algo-

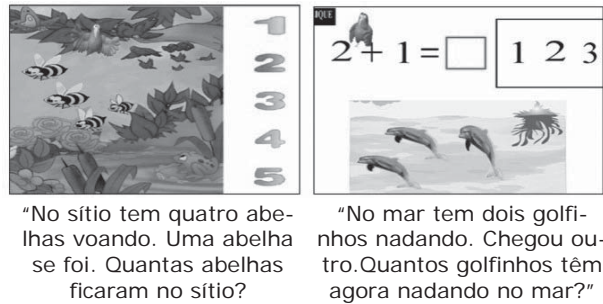


FIGURA 12 – Atividades de Resolução de Problemas

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

4 Análise dos Resultados da Investigação

Os dados analisados nessa investigação são respostas do aluno investigado às atividades relacionadas aos conceitos lógico-matemáticos do ITS. Esse aluno foi classificado como tipo 1, pois demonstrou certa inibição em expor-se. Os dados secundários dessa investigação foram coletados do banco de dados do ITS (Figuras 13 e 14), durante 16 sessões de estudo de 38 séries de 6 atividades, totalizando 288 atividades com 725 ações, em um tempo total de 445 minutos.

FIGURA 13 – Banco de Dados do ITS

Historial actividades						
id	Actividad	correcto	total	tiempo	fecha	Hora
1	file:\c:\tutorial\ejercicios_revisados\fase1\clasificaciones\alto\clasificacion3_12.html	2	2	20.092,00	22/06/10	11:18:29
1	file:\c:\tutorial\ejercicios_revisados\fase1\clasificaciones\alto\clasificacion3_14.html	2	2	22.141,00	22/06/10	11:08:51

Fonte: elaborado pelos próprios autores.

Resultados dos Alunos

Id:	<input type="text" value="1"/>		
Nome:	<input type="text" value="Gustav"/>		
Idade:	<input type="text" value="10"/>		
Nível Educativo:	<input type="text" value="5ª série do Fundamental"/>		
Tipo:	<input type="text" value="1"/>		
Fase:	<input type="text" value="1"/>		

Fase 1

Classificação	nível:	<input type="text" value="2"/>	Acertos:	<input type="text" value="100,00"/>
Relação de ordem	nível:	<input type="text" value="2"/>	Acertos:	<input type="text" value="100,00"/>
Correspondência	nível:	<input type="text" value="2"/>	Acertos:	<input type="text" value="100,00"/>
Quantificadores	nível:	<input type="text" value="2"/>	Acertos:	<input type="text" value="100,00"/>

Fase 2


Contar e Rec o Núm	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>
Cardinalidade	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>
Ordem	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>
Ordinalidade	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>
Problemas	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>
Algoritmo	nível:	<input type="text" value="1"/>	Acertos:	<input type="text" value="50,00"/>

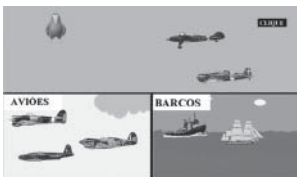


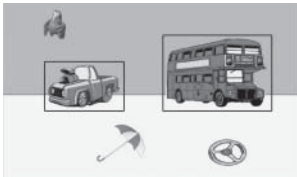
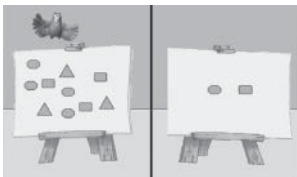

FIGURA 14 – Banco de Dados do ITS

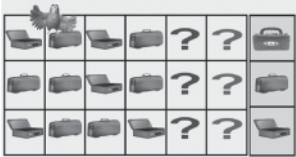
FONTE: elaborado pelos próprios autores.

Na Figura 15 apresenta-se o quadro com uma das séries desenvolvida com o aluno investigado, em uma sessão, demonstrando o tipo de atividade, a tela que aparece, o enunciado e o número de ações necessárias para realizar a atividade.

FIGURA 15 – Quadro com o Detalhamento de uma Série de Atividades no ITS

Tipo	Atividade	Tela	Ações
Classificação	file:\c:\tutoria\ejercicios_revisados\fase1\clasicaciones\alto\clasicacion3_12.html	 <p>Assinale as crianças que não estão tristes.</p>	2

Classificação	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\clasificaciones\\alto\\clasificacion4_4.html	 <p>Coloque cada objeto no lugar que lhe corresponde, na parte inferior da tela.</p>	7
Correspondência	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\correspondencia\\alto\\correspondencia2_2.html	 <p>Une cada objeto com o seu correspondente.</p>	4
Correspondência	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\correspondencia\\alto\\correspondencia3_5.html	 <p>Une cada objeto com o seu correspondente.</p>	3
Quantificadores	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\cuantificadores\\alto\\cuantificadores1alto_6.html	 <p>Assinale todos os meios de transporte</p>	2
Quantificadores	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\cuantificadores\\alto\\cuantificadores3alto_3.html	 <p>Assinale o quadro onde tem um retângulo.</p>	2
Seriação	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\rorden\\poco\\rorden1_5.html	 <p>Coloque os pinheiros no lugar que lhes corresponde, ordenando-os do maior ao menor.</p>	3

Seriação	file:\\c:\\tutoria\\ejercicios_revisados\\fase1\\rorden\\alto\\rorde3_4.html	 Busque cada elemento que segue na série. Marque primeiro a interrogação e depois o elemento.	6
-----------------	--	---	----------

FONTE: elaborado pelos próprios autores.

A figura 16 apresenta o quadro que se refere à quantidade de ações corretas e incorretas realizadas pelo aluno investigado em relação aos conceitos trabalhados. No total, o aluno realizou 725 ações, das quais 72% foram corretas.

FIGURA 16 – Quadro de Ações Corretas e Incorretas por Conceito

Tipos de atividades	Total de atividades	Acertos	Erros
Classificação	54	52 (96%)	2 (4%)
Correspondência termo a termo	52	46 (88%)	6 (12%)
Quantificadores	47	35 (74%)	12 (26%)
Seriação	122	82 (67%)	40 (33%)
Algoritmo da adição e da subtração com números de um dígito, sem transporte	44	28 (64%)	16 (36%)
Cardinalidade	86	62 (72%)	24 (28%)
Contagem	130	92 (71%)	38 (29%)
Ordem	108	66 (61%)	42 (39%)
Ordinalidade	52	36 (69%)	16 (31%)
Resolução de problemas	30	22 (73%)	8 (27%)

Fonte: elaborado pelos próprios autores.

A análise dos dados coletados no banco de dados do ITS demonstram que na fase 1:

- a) o conceito que o aluno cometeu o maior número de erros (33%) foi o de seriação, destacando-se as atividades em que deveria colocar em ordem crescente do *mais vazio ao mais cheio* e do *mais estreito ao mais largo*. A dificuldade apresentada foi na comparação de tamanhos e não na interpretação do vocabulário. Da mesma forma, nas séries formadas por figuras, quando era necessário completá-las com mais de um elemento, o aluno sentia-se inseguro e as completava por tentativa;
- b) no conceito de correspondência termo a termo, o aluno cometeu erros por não entender a relação entre os elementos, por exemplo, cavalo com ferradura;
- c) no conceito de quantificadores o maior problema apresentado foi com o vocabulário, pois o aluno não tinha compreensão do significado de termos como todos, alguns e nenhum, o que com explicações e aplicação das atividades foi superado;
- d) o aluno não apresentou dificuldades no conceito de classificação.

A análise dos dados coletados no banco de dados do ITS demonstram que na fase 2:

- a) nesta fase destacam-se problemas mais gerais que o aluno apresentou nos diferentes conceitos trabalhados, tais como: o aluno não percebe visualmente quantidades maiores que 3, tendo necessidade de contar os objetos. No processo de contagem comete erros, pois não possui sistemática para realizar esta tarefa, contando objetos duas vezes ou deixando de contar alguns;
- b) não possui fatos numéricos, pois ne-

cessita de material concreto para adicionar, por exemplo, $2 + 1$;

- c) ao adicionar números como, por exemplo, $2 + 5$ não inicia a adição a partir de uma parcela, não coloca o 5 *na cabeça* e adiciona 2. Com a aplicação das atividades o aluno compreendeu esta estratégia e passou a utilizá-la para resolver as adições;
- d) não relaciona a palavra *total* com o algoritmo da adição, da mesma forma, somente compreende algum problema de subtração, quando estiver claro o termo *menos*;
- e) no conceito de ordinalidade não encontrou dificuldade em resolver as atividades solicitadas, quando as mesmas estavam escritas por extenso (primeiro, segundo), mas o mesmo não ocorreu com a notação do número ordinal (1° , 2°). Não percebe a diferença, na notação, entre número cardinal e ordinal;
- f) no conceito de ordem cometeu erros na construção de sequências numéricas, pois não compreendia o significado de ordem crescente e decrescente, da mesma forma com as palavras sucessor e antecessor. Porém, durante os encontros de estudo estas dificuldades foram superadas, já que o aluno passou a compreender o significado desses vocábulos.
- g) não encontrou maiores dificuldades na resolução de problemas, pois as atividades do ITS possuem movimento, isto é, reproduzem as situações propostas no problemas.

Quanto à utilização do computador e seus periféricos (mouse, teclado) o aluno não apresentou dificuldades, mesmo porque não

é necessário arrastar os objetos, já que, o programa possibilita o descolamento das figuras clicando sobre o objeto, e em seguida, dando um novo *click* no lugar onde deseja posicioná-lo. Portanto, apesar das suas dificuldades de motricidade, conseguiu realizar as atividades propostas pelo ITS, demonstrando motivação e alegria frente às novas telas e as diferentes propostas.

5 Considerações Finais

Durante as sessões de estudo dessa investigação o aluno investigado apresentou dificuldades na realização de atividades que envolvem conceitos básicos para a construção do conceito de número, na resolução de algoritmos da adição e subtração e na resolução de problemas. Porém, destaca-se que no documento emitido com o seu parecer de aproveitamento escolar, a preocupação da professora se refere à conceitualização do conjunto dos números racionais, conteúdo que está sendo trabalhado na escola no mesmo período desta investigação. Com certeza o aluno não se encontra no estágio de compreensão dos números racionais, já que não compreende conceitos básicos envolvidos na construção do número, demonstrando que a escola não adapta o currículo às reais condições de aprendizagem dos alunos com NEE.

Outro fator relevante, que se deve a problemas de motricidade comum em indivíduos com Espinha Bífida (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2007) é a dificuldade na escrita. O ritmo da escrita do aluno investigado é mais lento do que o esperado

para a série em que se encontra, por isso, a prioridade do aluno está sendo na cópia das atividades escritas no quadro, em detrimento ao tempo que deveria se dedicar à reflexão e a resolução das atividades propostas.

Os problemas de lidar com números e as situações relacionadas a eles, são citados nos estudos da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação (2007), Tabakim (2007) e Martinez (2004). Durante as sessões de estudo essas afirmações foram comprovadas, pois o aluno apresentou sérias dificuldades diante a compreensão do número, do algoritmo da adição e da subtração e na resolução de problemas que envolvem números e operações.

Os estudos de Barnes *et al.* (2005, 2006) em crianças e adultos com Espinha Bífida em relação ao número e operações aritméticas, salientam que, não obstante ao seu status de leitura, têm dificuldades com a estimativa numérica, a recuperação de fatos que envolvem números, com contagem verbal, visão espacial e em resolver problemas aritméticos, tanto em crianças como em adultos. O aluno investigado apresentou no decorrer da investigação as mesmas dificuldades ressaltadas por este autor.

Quanto à escola do aluno investigado, apesar de ter integrado o mesmo nas classes regulares, não pode ser chamada de escola inclusiva, já que para ser uma escola inclusiva, conforme Carvalho (2008) o trabalho com a diversidade deveria iniciar no interior dos órgãos gestores de sistemas educacionais e abranger todas as pessoas envolvidas no processo educacional, organizando os aspectos físicos da escola, e, principalmente, um currículo individualizado em detrimento do currículo único, isto é, do mesmo currículo para todos.

Considera-se que essa investigação demonstra que a tecnologia oferece possibilidades para adaptar a aprendizagem às necessidades especiais dos alunos, adaptando-se as suas necessidades específicas, confirmando os estudos de Frant (2008) que destacam que a tecnologia pode ser vista como uma prótese, não no sentido restrito de reparar uma falha, mas como instrumento capaz de fazer diferente. Portanto, os recursos didáticos com tecnologias da informação se apresentam como um recurso pedagógico capaz de auxiliar na superação de limites físicos e cognitivos.

A motivação demonstrada pelo aluno e a adaptação do ITS a seu ritmo de aprendizagem e as suas características pessoais, contribuíram na aquisição dos conceitos matemáticos envolvidos nas atividades, na ampliação do seu vocabulário e na sua autoestima, pois diversas vezes o aluno se pronunciou dizendo que *eu estou melhorando* ou até mesmo *eu estou evoluindo*.

Chama-se atenção ao número insuficiente de pesquisas que se referem aos problemas cognitivos de portadores de Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, no que diz respeito à leitura e à construção do número. Além desse aspecto, salienta-se a escassez de recursos pedagógicos específicos e a utilização de currículos únicos em escolas que tem incluídos, em suas salas de aula, alunos com NEE. O ITS apresenta-se como um recurso pedagógico que pode auxiliar os professores na elaboração do perfil cognitivo desses alunos, em relação aos conceitos lógico-matemáticos, possibilitando construir recursos didáticos de acordo com as capacidades de cada aluno.

Referências

- AEBH. *Associação de Espinha Bífida e Hidrocefalia*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.aebh.org>> Acesso em: 5 fev. 2010.
- BARNES, M.A. *et al.* Number processing in neurodevelopmental disorders: Spina Bífida Myelomeningocele. In: HANDBOOK of Mathematical Cognition. New York: Jamie I, 2005. Cap. 17, p 299-313.
- BARNES, M.A. *et al.* Arithmetic processing in children with Spina Bífida. *Journal of Learning Disabilities*, Austin, v. 39, n. 2, p.174-187, mar./abr. 2006.
- BRASIL. *Lei nº 9.394*, 20 de dezembro de 1996. Esclarece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seesp>> Acesso em: 15 ago. 2007.
- BRINKLEY, V.M.; WATSON, J.A. Logo and Young children are quadrant effects parto f inicial logo mastery? *Journal of Educational Technology System*, Farmingdale, n. 9, p. 75-86, 1987.
- BRUNO, A. *et al.* Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico-matemáticos en alumnos con Síndrome de Down. *Relime: revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, México, v. 9, n. 2, p. 211-226, jul. 2006.
- CARVALHO, R.E. *Escola Inclusiva*. Porto Alegre: Mediação, 2008.
- COLL, C. *et al.* *Desenvolvimento Psicológico e Educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais*. Porto Alegre: Artmed, 2004. V. 3.
- CRUZ, V.M. *Diseño e implementación de planificadores instruccionales em sistemas tutoriales inteligentes mediante o uso combinado de metodologías borrosa e multiagente*. 2007. Tese (Doutorado em Informática) – Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática Y Arquitectura Y Tecnología de Computadores, Universidad de La Laguna, 2007, La Laguna, ES.
- DOMINGUES, M.A. *Desenvolvimento e Aprendizagem: o que o cerebro tem a ver com isso?* Canoas: ULBRA, 2005.
- ELLIOT, A.; HALL, N. The impact of self-regulatory teaching strategies on “at-risk” preschooler’s mathematical learning in a computer-mediated environment. *Journal of Computing in Childhood Education*, New York, n. 11, p. 139-142, 1997.

FRANT, J.B. *Corpo e Tecnologia: implicações para cognição matemática*. [S.l.: s.n.], 2001. Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_25/corpo.pdf> Acesso em: 03 mar. 2008.

GIL, A.C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1996.

GUIJARRO, M.R.B. Inclusão: um desafio para os sistemas educacionais. *In: Ensaio pedagógicos – construindo escolas inclusas*. Brasília: MEC, SEESP, 2005.

MALFORMAÇÃO de Arnold-Chiari. [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <http://www.sarah.br/paginas/doencas/po/p_03_espinha_bifida.htm> Acesso em: 05 set. 2007.

MARTÍNEZ, I.; FERNÁNDEZ, A. *Malformação de Arnold Chiari*. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <http://www.institutferran.org/arnold_chiari.htm> Acesso em 05 set. 2007.

MORENO, L. *et al.* Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico-matemáticos en alumno con Síndrome de Down. *Relime: revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, México, v. 9, no. 2, p. 211-226, jul. 2006.

MORO, E.R.P. *et al.* *Malformação de Chiari*. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <http://www.scielo.php?pid=50004_282x1999000400021&script=sci_arttext> Acesso em: 05 set. 2007.

ORTEGA TUDELA, J.M. *Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático em niños con Síndrome de Down*. Madrid: FISEM, 2003.

REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO. *Espinha Bífida*. [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <http://www.sarah.br/paginas/doencas/po/p_03_espinha_bifida.htm> Acesso em: 28 fev. 2007.

ROESCH, S.M.A. *Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS FILHO, F.C.; GAMBOA, S.S. (Org.). *Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SILVA TRIVIÑOS, A.N. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

TABAQUIM, M. de L. *et al.* *Avaliação Neuropsicológica e Fonoaudiológica em Crianças com Mielomeningocele*. [S.l.: s.n.], 2005. Disponível em: <http://www.fedap.es/IberPsicologia/iberpsi10/cobgreso_lisboa/merighi2.htm> Acesso em: 05 jul. 2007.

UNESCO. *Declaração de Salamanca*: enquadramento da ação: necessidades educativas especiais. Salamanca: UNESCO, 1994.

YIN, R.K. *Case study research: design and methods*. New Park: Sage, 1984.

Submetido para avaliação em 28 nov. 2011.

Recebido para publicação em 15 mar. 2012.

Tania Elisa Seibert

Universidade Luterana do Brasil. Canoas-RS. Brasil. E-mail: taniaseibert@hotmail.com

Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Universidade Luterana do Brasil. Canoas-RS. Brasil. E-mail: claudiag@ulbra.br

Lorenzo Moreno Ruiz

Universidad de La Laguna. La Laguna. Espanha. E-mail: lmoreno@ull.es

Vanessa Muñoz Cruz

Universidad de La Laguna. La Laguna. Espanha. E-mail: vanessa@isaatc.ull.es